



5. fejezet

---

## **A KUTATÁSI KÉSZSÉGEK FEJLESZTÉSE KUTATÁSALAPÚ TANULÁSSAL**

---

Nagy Lászlóné  
Répás Lászlóné  
Kissné Gera Ágnes  
Juhász Ferenc  
Bónus Lilla  
Korom Erzsébet

A laboratóriumi munka fontos szerepet játszik a biológia tanításában. Számos kutató (pl. Bayram, Oskay, Erdem, Özgür, & Sen, 2015) javasolja, hogy a tanulók vegyenek részt laboratóriumi tevékenységekben, mert ezek hatására pozitív változás következhet be a fogalmi megértésükben és a tudomány természetéről alkotott nézőpontjukban, különösen a kutatásalapú foglalkozások esetében. Ez a javaslat abban az elképzelésben gyökerezik, hogy a természettudományok, azok ismeretrendszere, megismerési módszere, szemléletmódja tanítható a tanítási folyamatba illesztett kutatás által (Nagy, 2008). Ennek érdekében az osztálytermi környezetet úgy célszerű kialakítani, hogy a tanulók bevonhatók legyenek a természettudományos megismerési folyamatokba. Ezáltal egy adott terület fogalmait tartalmazó kontextuson belül elsajátíthatják a problémamegoldást, a kritikai gondolkodást, a döntéshozást, megérthetik az alapelveket, és megtanulhatják a fogalmak, tények közötti kapcsolatok felismerését. Ez ellentétben áll azzal, amikor a tanulók a tényeket és a készségeket izoláltan tanulják (Novak & Krajcik, 2006). Természetesen a tanulók nem ugyanúgy gondolkodnak, és nem ugyanolyan háttértudással rendelkeznek, mint a tudósok, ezért nem várható, hogy önállóan felfedezzék a diszciplináris ismereteket, de az elvégzett vizsgálatok, kísérletek révén olyan tudáshoz juthatnak, amely elősegíti a tudományos tevékenység és az általa létrehozott tudás megértését.

A következőkben értelmezzük a tanulás kutatásalapú megközelítésének, azaz a kutatásalapú tanulásnak (*Inquiry-based Learning* – IBL) a fogalmát, bemutatjuk főbb jellemzőit, folyamatát és fokozatait; leírjuk, hogy mi jellemzi a kutatásalapú tanítás módszerével végzett oktatást, és példákat, ötleteket mutatunk a módszer alkalmazására a biológiaoktatásban.

## A KUTATÁSALAPÚ TANULÁS ÉRTELMEZÉSE, JELLEMZŐI

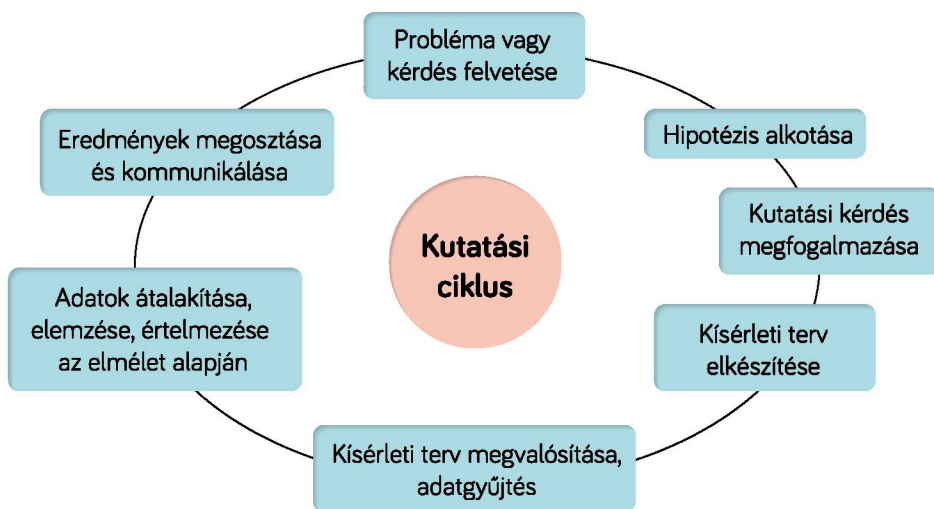
A kutatásalapú tanulás/tanítás fogalmának értelmezésére, meghatározására különböző megközelítésekben történtek próbálkozások. Filozófiai, oktatásméleti szempontból úgy értelmezik mint tanulási, fejlődési folyamatot; a tanulásához szükséges tantermi/laboratóriumi környezetet; tanítási megközelítést, stratégiát, illetve oktatási módszert. A természettudományok tanításához kötődő megközelítés – a természettudományos kutatás folyamatára alapozva – a kutatásra (főleg a tanulói megfigyelésekre, vizsgálatokra) és a tudomány természetével (*Nature of Science* – NOS) kapcsolatos tudásra helyezi a hangsúlyt. Ebből következően a kutatásalapú tanulás definíciói összecsengnek a kutatás fogalmának meghatározásával (l. 1. fejezet).

A kutatásalapú tanulást úgy definiálják, mint a tanulók fejlődésének folyamatát, a megértett és használható tudás megalkotását a meglévő tudásból kérdésfeltevéssel, gyakorlással és a tudás elemzésével (Bayram et al., 2015).

A kutatásalapú tanulás főbb jellemzői a következők: (1) Kutatás által stimulált, kérdésekkel vagy problémákkal vezetett, a tudás keresésének folyamatán alapuló tanulás (Spronken-Smith, Angelo, Matthews, O'Steen, & Robertson, 2007), amelynek során a tanulók kísérleteket, kutatásokat végeznek, modelleznek, gyakran egymással együttműködve (Khan & O'Rourke, 2005). (2) Hatékony alkalmazása feltételezi a tanulók aktív bevonását a tanulási folyamatba, a tudás megkonstruálásába. (3) Az egyéni tanulás összekapcsolódik a társakkal való tanulással, ugyanakkor önszabályozott folyamat, a tanulók fokozott felelősséget vállalnak saját tanulásukért. (4) A tanár facilitátor/proaktívátor szerepet tölt be, az ismeretszerzés folyamatának szervezője, segíti a diákok munkáját, biztosítja a megfelelő tanulási környezetet a tanulói tevékenységekhez, lehetővé teszi a nyitott tanulást (*open learning*) (Korom, 2010; Nagy, 2010). (5) Nyitott, tanulóközpontú, kutatási tevékenységek végzésére alkalmas tantermi/laboratóriumi környezetet igényel.

## A KUTATÁSALAPÚ TANULÁS FOLYAMATA ÉS FOKOZATAI

A kutatásalapú tanulás többlépéses folyamat, amely – hasonlóan a tudósok által végzett kutatásokhoz – a probléma azonosításától vagy a kutatási kérdések megfogalmazásától a kapott eredmények bemutatásáig, kommunikálásáig tart. Bár nem létezik egyetlen egységes tudományos módszer, de vannak közös elemek, amelyek reprezentálhatók a kutatási ciklusban (*inquiry cycle*) (1. ábra), és amelyeket Pedastre és munkatársai is azonosítottak az IBL-ciklust áttekintő tanulmányukban (Pedastre et al., 2015).



1. ábra Kutatási ciklus: Llewellyn (2013) ábrájának módosított változata (Elo & Kurtén, 2020, p. 6) alapján

Aszerint, hogy a kutatás folyamatának megvalósításában milyen mértékben vesznek részt a diákok és a tanár, a kutatásnak három fokozata különböztethető meg: (1) strukturált kutatás (*structured inquiry*), (2) irányított kutatás (*guided inquiry*) és (3) nyitott kutatás (*open inquiry*) (Colburn, 2000) (1. táblázat).

1. táblázat Az IBL alkalmazásának fokozatai (Kontai & Nagy, 2011a, p. 17)

A kutatás lépései	A kutatás fokozatai		
	strukturált	irányított	nyitott
Kutatási kérdés vagy probléma megfogalmazása	tanár	tanár	diák
Kísérletezéshez szükséges feltételek megteremtése	tanár	tanár	diák
Kísérlet menetének meghatározása	tanár	diák	diák
Kísérlet kivitelezése, adatgyűjtés	diák	diák	diák
Eredmény meghatározása, következtetések levonása	diák	diák	diák

A strukturált kutatás megfeleltethető a hagyományos tanulói kísérletnek, amely során a tanulók egy „recept” alapján végzik el a kísérletet. A problémát, kutatási kérdést a tanár fogalmazza meg, ő biztosítja a kísérlethez szükséges feltételeket, írja le a kísérlet menetét. A tanulók a kísérlet végrehajtásakor kapcsolódnak be a folyamatba. Az irányított kutatás esetében a tanár már csak a megoldandó problémát, a kutatási kérdést határozza meg, és számba veszi, előkészíti a kísérlethez szükséges eszközöket, anyagokat, vagyis biztosítja a körülményeket. A tanulók a megadott eszközök, anyagok lehetséges felhasználására alapozva maguk tervezik meg a kísérletet, annak lépéseit. A nyitott kutatás során valamennyi lépést a tanulók végzik az őket érdeklő problémákból kiindulva.

Ezek a kutatási fokozatok egymásra épülnek, egyre nehezebb feladatot jelentenek a tanulók számára, és egyre nagyobb fokú önállóságot és felelősségvállalást igényelnek tőlük. Ezért csak fokozatosan vezethetők be a tanításba. A strukturált kutatás során a tanulók megismerkedhetnek a különböző anyagokkal, eszközökkel, megtanulhatják azok biztonságos használatát, elsajátíthatják a laboratóriumi technikákat. Az irányított kutatás – mint közbülső fokozat – átmenetet jelent a nyitott kutatás felé, mintegy előkészíti azt. A tanítás szempontjából azért előnyös, mert az által, hogy a vizsgálandó problémát a tanár határozza meg, lehetővé teszi a tantervi



anyagban való haladást, ugyanakkor aktívan bevonja a tanulókat a kutatási folyamat több lépésébe is. Empirikus kutatások (pl. Audu, Ajayi, & Angura, 2017) igazolták, hogy az irányított kutatás a tananyag elsajátítását tekintve hatékonyabb, mint a strukturált kutatás. A nyitott kutatás inkább fakultációs vagy szakköri foglalkozásokon javasolt, elsősorban a nagyobb időigénye miatt, bár kétségtelen, hogy a kutatási készségeket ez fejleszti leginkább. A nyitott kutatás a tudományos kutatómunka által való tanulásról szól. A tanulási cél elsődlegesen nem a helyes válaszhoz való eljutás, sem az, hogy a tanulók kövessenek egy meghatározott utat, hogy megtaláljanak egy választ, hanem a természettudományos gondolkodás folyamatának megértése és az ezzel kapcsolatos kompetenciák elsajátítása (Bayram et al., 2015).

A kutatásalapú tanulás tehát lehetővé teszi, hogy a tanulók megismerjék a tudomány természetét, a természettudományok kutatási módszereit, elsajátítsák a kutatási készségeket. A kutatási tevékenységek segíthetik a tudományos tartalom (fogalmak és alapelvek) megértését, a természettudományos tudás alkalmazását; hozzájárulhatnak az általános és a diszciplínaszpecifikus gondolkodási készségek fejlődéséhez; megalapozhatják az egész életen át tartó tanulást, fejleszthetik az együttműködési készséget és az önszabályozott tanulást. A tanulók megtapasztalhatják a tudományos felfedezések örömet, a kutatás élményét, ami segítheti a természettudományok iránti érdeklődés, valamint a kutatás és a természettudományos tantárgyak iránti pozitív attitűd kialakulását.

## MIT JELENT A KUTATÁSALAPÚ TANULÁS ALKALMAZÁSÁVAL TANÍTANI?

A kutatásalapú tanulás alkalmazása alapvetően három dolgot igényel a tanártól: (1) a tananyag ilyen módon történő feldolgozására alkalmas feladatok kiválasztását vagy elkészítését, (2) a különböző oktatási módszerek tudatos, szakértő alkalmazását és (3) a kutatást támogató környezet, osztályléghő kialakítását (Nagy & Nagy, 2016).

Az IBL-feladatok vagy tevékenységek kiválasztásánál, tervezésénél a következő szempontokat célszerű figyelembe venni (Nagy & Nagy, 2016): alkalmazkodjanak az értelmi fejlődés stádiumaihoz (l. Nagy, 2006); fejlesszék a tanulók információfeldolgozó és gondolkodási készségeit, képességeit; kapcsolódjanak a tantárgy tartalmához, de helyezték azt egy tágabb fogalmi keretbe; alkalmasak legyenek a kíváncsiság felkeltésére, kielégítésére, a rácsodálkozás kiváltására; lehetőleg minél több érzékszerv és eszköz használatát igényeljék; tegyék lehetővé az interaktív média és a számítógépes adatbázisok használatát; a bennük szereplő problémák realisztikusak, relevánsak legyenek.

A kutatásalapú tanulás osztálytermi megvalósítása számos ismert oktatási módszer, munkaforma tudatos alkalmazását igényli az adott cél érdekében. Például a kérdéses esetben a kutatási ciklus lépéseinek megfelelően széles spektrumon mozgó kérdéstípusok (nyitott és reflektív természetű kérdések, következtetésre, értelmezésre, transzferre, hipotézisre vonatkozó kérdések) alkalmazása szükséges (l. Nagy, 2010; Veres, 2010). A kutatásalapú tanulást gyakran kombinálják más oktatási módszerekkel, technikákkal, például a projektmódszerrel, a megbeszéléssel, a játékkal, a kooperatív és kollaboratív tanulással, az információs és kommunikációs technológiák alkalmazásával, amelyek növelhetik eredményességét.

A kutatást támogató környezettel szemben elvárt, hogy biztosítson elegendő tapasztalati anyagot a tudásépítéshez; biztosítsa a többszempontú megközelítést, megoldást, és értékelje azt; bátorítsa a felelősségvállalást, a vélemények kimondását és a társaktól való tanulást (Nagy, 2010).

A sikeres kutatásalapú tanítás több mint a tananyag egyszerű átadása, ezért speciális tanári kompetenciát igényel (2. ábra). A tanárnak rendelkeznie kell azokkal az ismeretekkel, készségekkel és attitűdökkel, amelyek szükségesek a tanulók munkájának támogatásához a kutatásalapú osztálytermi/laboratóriumi környezetben. Rendelkeznie kell a kutatatandó tananyag ismeretével, tudnia, értenie kell, hogyan működik a tudomány és hogyan tanulnak a tanulók. Magas szinten kell birtokolnia a kutatási készségeket és a tanulás szervezéséhez, irányításához, értékeléséhez szükséges készségeket. Hinnie kell a tanulóknak, hogy rendelkeznek a tevékenységek elvégzéséhez szükséges tudással, motivációval, és képesek ellenőrizni, nyomon követni saját munkájukat (Korom, 2010; Nagy & Nagy, 2016).



2. ábra Az IBL hatékony alkalmazásához szükséges tanári kompetencia elemei

A kutatásalapú tanítás/tanulás minősége növelhető tanulói feladatlapok alkalmazásával. A legjobb, ha a tanulói feladatlapot maga a tanár készíti, mert ő ismeri legjobban a tanulóit, de a tanulócsoporthoz adaptálhat mások által kidolgozott feladatlapokat is. A kutatásalapú tanuláshoz a kutatási ciklusra épülő, annak lépéseit követő, tematikus tanulói feladatlap használható eredményesen (Prasnta, Jaya, & Surbakti, 2018). A feladatlapok alkalmazása különösen a strukturált és az irányított típusú IBL-feladatok esetében hasznos (l. Kontai & Nagy, 2011a, 2011b).

## PÉLDÁK A KUTATÁSALAPÚ TANULÁS ALKALMAZÁSÁRA BIOLÓGIA TANTÁRGYI TÉMÁKBAN

A hazai szakirodalomban több biológiatémájú példát is találunk a kutatás különböző fokozataira és a kutatási tevékenységeket gyakoroltató feladatokra (l. Adorjáné Farkas et al., 2014; Kontai & Nagy, 2011a, 2011b; Nagy, Korom, Pásztor, Veres, & B. Németh, 2015; Nagy & Nagy, 2016). Ebben a fejezetben olyan feladatokat, foglalkozásokat mutatunk be, amelyek a kutatási folyamat azon lépéseire, részlépéseire, illetve ezek megvalósításához szükséges kutatási készségekre (pl. hipotézis megfogalmazása, kutatás tervezése, változók azonosítása és kontrollja, adatok értelmezése, következtetések levonása) fókuszálnak, amelyek nehézséget okozhatnak a tanulóknak.

### HAMIS-E A TEJFÖL?

#### A feladat jellemzői

##### Téma:

Keményítő kimutatása



10'



8–10.

##### A feladat rövid leírása:

A pedagógus bemutat egy szituációba ágyazott problémát. A tanulók a tanár segítségével értelmezik azt, majd kis csoportokban kísérletet terveznek a probléma megoldására, amelyet osztályszinten megvitatnak.

##### Fejlesztett készségek, képességek:

kísérlettervezés

##### Fejlesztett tartalmi tudás:

a keményítő kimutatása, gluténérzékenység

##### Fejlesztett procedurális tudás:

a kísérleti elrendezés kialakítása

## A feladat menete

### 1. Ráhangelődés, a probléma ismertetése, értelmezése

*Korábban Lili nagymamájánál lisztérzékenységet állapítottak meg, ezért az orvos azt tanácsolta neki, hogy tartsa be a gluténmentes diétát, többek közt ne fogyasszon kalászos gabonaféléket (búza, árpa, rozs, zab). A nagymama szeret a piacon vásárolni, és ott veszi a házilag készített tejfölt is. Lili azt olvasta, hogy régen liszttel hamisították a tejfölt, és eszébe jutott, hogy ha a nagymamája liszttel kevert tejfölt fogyaszt, az veszélyes lehet számára.*

Mit tudtok a lisztérzékenységről? Miért félrevezető ez az elnevezés?

Hogyan tudná Lili nagymamája megvizsgálni a piacon vásárolt tejfölt, hogy tartalmaz-e búzalisztet (és így glutént is)?

### 2. Kísérlet tervezése csoportmunkában

Tervezzetek kísérletet a probléma megoldására, a búzaliszt kimutatására!

Gondoljatok arra, hogy a búzaliszt keményítőt tartalmaz, és a keményítő kimutatására alkalmas a Lugol-próba! Ismételjük át, hogyan kell elvégezni, és mikor tekinthető pozitívnak, illetve negatívnak a próba! A Lugol-oldat helyett Betadine fertőtlenítő oldatot is lehet használni.

- a) Készítsetek ábrát vagy táblázatot a kísérleti elrendezésről!
- b) Milyen eredményt vártok? Indokoljátok meg, hogy miért!
- c) Alkossatok mondatokat a „ha..., akkor...” formula alkalmazásával arról, hogy mit bizonyíthat az eredmény! Például:  
Ha a Lugol-oldat a tejfölt kékre színezi, akkor van benne liszt.
- d) Készítsetek listát a kísérlet végrehajtásához szükséges anyagokról és eszközökről!
- e) Tervezzétek meg a kísérlet kivitelezését, írájatok le a lépéseit!

### 3. A kísérleti tervek ismertetése, osztályszintű megbeszélése

### 4. A kísérleti eredmény hasznosíthatóságának megfogalmazása

Miért lehetett hasznos ez a kísérlet a régi időkben, a helyi piacok ellenőrzésének kezdetén?

## Megoldás

1. A lisztérzékenység a betegség köznap elnevezése, valójában gluténérzékenységről van szó. Ezt a betegséget a gliadin nevű fehérje jelenléte okozza, amely



a kalászos gabonafélékben (búza, árpa, rozs, zab) található glutén egyik fehérjecsoportja. Az érzékenységet okozó anyag nem csak gabonafélékben fordul elő.

2. a)

Kontroll (tejföl liszt nélkül)	Lisztezett tejföl
	
1 evőkanál tejföl	1 evőkanál tejföl összekeverve 1 teáskanál liszttel
a mintához 3-4 csepp Lugol-oldat hozzáadása	a mintához 3-4 csepp Lugol-oldat hozzáadása

b) A lisztezett tejföl keményítőtartalmát a Lugol-oldat sötétkékre színezi. A kontroll esetében a Lugol-oldat eredeti barna színe látható.

c) További lehetséges állítás:

Ha a Lugol-oldat barna színe megmarad, akkor a tejfölből nincs liszt.

d) Szükséges anyagok, eszközök: tejföl, búzaliszt, Lugol-oldat (KI-os jóddoldat), 2 db tálka, 1 db evőkanál, 2 db teáskanál, 1 db cseppentő

e) A kísérlet lépései: (1) Két tálkába egy-egy evőkanálnyi tejfölt teszünk. (2) Az egyikhez adunk egy teáskanál lisztet, és alaposan elkeverjük a tejföllel. (3) Mindkét tálkából kiveszünk egy-egy teáskanálnyi tejfölt. (4) Mindkét mintához ugyanannyi (kb. 3-4 csepp) Lugol-oldatot cseppentünk.

4. Régen gyakran előfordult, hogy a házi készítésű tejfölt liszttel hamisították az árusok, így növelték a mennyiségét és javították az állagát, tették sűrűbbé. Ezáltal drágábban tudták eladni. A piacokon a hatóság szakemberei a jódd segítségével könnyedén ki tudták szűrni a hamisított termékeket.

Ha a tanulók nem ismerik a keményítő kimutatására alkalmas Lugol-próbát, akkor azt meg kell beszélni, illetve lehetőség szerint be kell mutatni. Érdekes kitérni a színváltozás kémiai magyarázatára is (a jódmolekulák beépülnek a keményítő spirális láncába, megváltozik az elektronszerkezetük, és ennek hatására más hullámhosszú fényt nyelnek el).

Ha van rá idő, a tanulók el is végezhetik a megtervezett kísérletet. További feladatként adható, hogy nézzenek utána a gluténérzékenységgel kapcsolatosan néhány,



az egészség megőrzése szempontjából fontos kérdésnek: Milyen tünetei lehetnek? Hogyan mutatható ki? Hogyan kezelhető? Örökölheto-e a lisztérzékenységre való hajlam? Miért veszélyes a kivizsgálatlan és kezeletlen lisztérzékenység?

## A NYÁL EMÉSZTŐ HATÁSA

### A feladat jellemzői



20'



8–10.

#### Téma:

Az ember szervezete

#### A feladat rövid leírása:

A feladat egy kísérleti elrendezés elemzése, értelmezése révén fejleszti a kutatási készségeket. Célja, hogy a tanulók gyakorolják a kísérleti tapasztalatok megfogalmazását, a következtetések levonását, és megértsék a kísérleti elrendezés kialakításában a változók kontrollálásának és a kontrollkísérletnek a szerepét.

#### Fejlesztett készségek, képességek:

adatok értelmezése, változók azonosítása és kontrollja, következtetés

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

nyál, nyálamiláz, az emésztőenzim működése

#### Fejlesztett episztemikus tudás:

a kontroll szerepe a kísérletben

#### Eszközök, anyagok:

feladatlap/kivetítő

### A feladat menete

Biológiaórán kísérleteztek a tanulók. Öt kémcsőbe 2-2 ml keményítőoldatot és nyálat tettek. Az első 37 °C-on semleges közegben, a másodikat 37 °C-on savas közegben, a harmadikat 10 °C-on semleges közegben, a negyediket 10 °C-on savas közegben tartották. Az ötödik kémcső tartalmát először felforralták, majd lehűtötték, és 37 °C-on semleges közegben tartották. További öt kémcsőbe 2 ml keményítőoldatot, valamint 2 ml desztillált vizet tettek, és ugyanolyan körülményeket biztosítottak, mint az első öt kémcső esetében. Minden kémcsőből 2 perc, 5 perc és 45 perc elteltével mintát vettek (fehér csempére egy-egy cseppet), és Lugol-oldatot (kálium-jodidos jódoldat, barna színű) cseppentettek rájuk.

A kísérlet elrendezését és eredményeit a táblázat mutatja. Tanulmányozd a táblázatot, majd válaszolj a kérdésekre!

A kémcső sorszáma	A kémcső tartalma (K = keményítőoldat, NY = nyál)	Hőmérséklet (°C)	A közeg kémhatása	A kémcsőben lévő oldat színe	A csepp-próba eredménye Lugol-oldat hatására a kiindulástól számított időpontokban		
					2 perc	5 perc	45 perc
1.	K, NY	37	semleges	színtelen	sötétkék	világosabb kék	barna
2.	K, NY	37	savas	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
3.	K, NY	10	semleges	színtelen	sötétkék	sötétkék	világosabb kék
4.	K, NY	10	savas	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
5.	K, NY	felforralt, 37	semleges	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
6.	K	37	semleges	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
7.	K	37	savas	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
8.	K	10	semleges	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
9.	K	10	savas	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék
10.	K	felforralt, 37	semleges	színtelen	sötétkék	sötétkék	sötétkék

1. Fogalmazd meg a kísérlet tapasztalatait!
2. A tapasztalatok alapján milyen következtetések vonhatók le?
3. Döntsd el, hogy a kísérlet segítségével bizonyítékokkal alátámasztott választ kaptunk-e az alábbi kérdésekre! Indokold meg, miért! Ha a kísérlettel választ kaptunk a kérdésre, add meg, hogy mely kémcsövekkel végzett kísérletek bizonyítják azt!
  - a) Milyen anyagokat bont a nyál?
  - b) Hogyan befolyásolja a nyálban lévő enzim működését a hőmérséklet?

- c) Független-e a nyálban lévő enzim működése a közeg kémhatásától?
  - d) Miért nem képes a felforralt nyál lebontani a keményítőt?
  - e) Milyen tényezőktől függ a keményítő bontásának sebessége?
4. Miért volt szükség a 6–10. kémcsövekre?
  5. A megrágott, nyállal összekeveredett táplálék a gyomorba jut. Képes-e a nyál emésztőenzimje folytatni működését a gyomorban? Indokold meg a választ!

## Megoldások

1. Minden kémcsőnél a 2 perc elteltével vett minta sötétkék színű lett a Lugol-oldat hatására. A későbbi mintavételeknél két esetben (1. és 3. kémcső) nem sötétkék lett a minta színe a Lugol-oldatot hozzáecseppentve.  
Az 1. kémcsőnél a kiindulástól számított 5 perc elteltével világosabb kék, majd 45 perc elteltével vörösesbarna lett a csepp-próba eredménye, ez utóbbi esetben megmaradt a Lugol-oldat eredeti színe.  
A 3. kémcsőből vett minta esetén csak 45 perc elteltével mutatott változást a csepp-próba, világosabb kék lett a szín.
2. Lehetséges válaszok:
  - A nyál csak bizonyos feltételek esetén képes bontani a keményítőt.
  - A nyál emésztő hatása függ a közeg kémhatásától és a hőmérséklettől.
  - A nyál gyorsabban bontja a keményítőt, ha a közeg semleges kémhatású és a hőmérséklet 37 °C. Alacsonyabb hőmérsékleten, 10 °C-on is van keményítőbontás semleges közegben, de a folyamat lassabban megy végbe.
  - Forralás hatására a nyál elveszíti emésztőképességét.
3. a) Nem kaptunk rá választ, mert a kísérletben csak a keményítőt vizsgáltuk. A kísérlet azt bizonyította, hogy a nyál bontja a keményítőt, ha megfelelőek a feltételek. A kérdés megválaszolásához más anyagokat is meg kellene vizsgálni.
- b) Erre a kérdésre választ kapunk, ha összehasonlítjuk az 1., 3., 5. kémcsővel, valamint a 2. és a 4. kémcsővel végzett kísérletek eredményét (és figyelembe vesszük a megfelelő kontrollkísérleteket is).
- c) Erre a kérdésre választ kapunk, ha összehasonlítjuk az 1., a 2., illetve a 3. és a 4. kémcsővel végzett kísérletek eredményét (és figyelembe vesszük a megfelelő kontrollkísérleteket is).
- d) Erre a kérdésre nem kaphatunk választ, mert csak a jelenséget tapasztaljuk meg az 5. kémcsőnél. Azt, hogy milyen változás történik a nyálban található emésztőenzimmel hő hatására, más módszerrel lehetne megvizsgálni.



Az 5. és a 10. kémcső alapján azt tudjuk, hogy forralás és 37 °C-ra történő visszahűtés esetén a keményítőoldat nem változott meg, a nyálban lévő emésztőenzim viszont igen.

- e) Erre a kérdésre választ kaphatunk, ha összevetjük az 1., 3., 5. kémcsövek, valamint az 1., 2., illetve a 3., 4. kémcsövek esetében kapott eredményeket.
4. Ezekkel bizonyítottuk, hogy ha csak keményítőoldat van a kémcsőben, akkor a színe Lugol-oldat hatására kék lesz minden vizsgált körülményben (semleges, illetve savas közegben; 37 °C-on és 10 °C-on) és mintavételi időpontban. A 6–10. kémcsövek tehát a kontroll szerepét töltik be. Összehasonlítva az 1. és a 6. kémcsöveknél tapasztaltakat, arra következtethetünk, hogy a változást az 1. kémcsőben a nyál jelenléte okozta. A kék szín azért halványult, majd tűnt el, mert egyre kevesebb lett, és 45 perc elteltével el is fogyott a keményítő az oldatból a nyál hatására.
5. Nem, mert a nyál a gyomor savas közegében nem bontja a szénhidrátokat (2. kémcső).

A feladat egyéni, páros vagy csoportmunkában is feldolgozható, amit frontális megbeszélés követ. A kísérlet szakköri foglalkozáson el is végezhető. A megbeszélés során térjünk ki a kísérlet változóira. Azokat a tényezőket, amelyeknek a hatását vizsgáljuk (a közeg kémhatása, hőmérséklet, forralás, idő), független változóknak nevezzük. A függő változó az, aminek a változását vizsgáljuk (a keményítő mennyisége). Az összehasonlíthatóság érdekében minden kémcsőben megegyezik a keményítő, illetve a nyál mennyisége. Egyszerre egy tényező hatását tudjuk vizsgálni úgy, hogy csak azt az egyet változtatjuk, a többi pedig változatlanul hagyjuk. Tisztázzuk a kontrollkísérleti beállítások szerepét.

Vitassuk meg a tanulókkal, hogy mi az, amit a leírt kísérlet bizonyít, és mi az, amit nem. Hívjuk fel a figyelmüket arra, hogy csak olyan következtetéseket fogalmazzanak meg, amelyek a kísérlet eredményei alapján levonhatók.

A feladat lehetőséget teremt a tantárgyi tudás bővítésére is. A tapasztalt jelenség magyarázata mellett beszélhetünk a nyál jellemzőiről (kémhatása, összetevői, az összetevők funkciója) is. A megbeszélés során érdemes kitérni arra, hogy miért 37 °C-on vizsgálták a nyálamiláz működését, és megmagyarázhatjuk a keményítőoldat színváltozását is Lugol-oldat hatására (l. *Hamis-e a tejföl?* című feladat).

Ki lehet térni az egészségneveléssel kapcsolatos kérdésekre is (pl. Miért fontos a szájüreg megfelelő pH-jának fenntartása? Hogyan függ össze a táplálkozás a szájüreg pH-jával és a fogak egészségével? Mi a helyes száj- és fogápolás módja? Támogathatja-e a rágógumizás a szájhigiénét?).



## FRISS-E A TOJÁS?

### A foglalkozás jellemzői



30'



7-8.

#### Téma:

Szaporodás; Az ember táplálkozása

#### A foglalkozás rövid leírása:

A tanulók magyarázatot keresnek arra a jelenségre, hogy miként változik a tojás átlagos sűrűsége attól függően, hogy mennyire friss. Alkalmazzák a tojás frissességének meghatározására megismert módszert ismeretlen korú tojások korának meghatározására, és kísérleteket terveznek a felmerülő kérdések tisztázására.

#### Fejlesztett készségek, képességek:

megfigyelés, következtetés, kísérlettervezés

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

A friss tojás légudvara kicsi, átlagos sűrűsége nagy, a vízben elmerül. A régi tojás légudvara nagy, átlagos sűrűsége kisebb. Vízbe téve a korától függően lebeg vagy úszik.

#### Fejlesztett procedurális tudás:

vizsgálat kivitelezése, kutatási kérdés megfogalmazása, kísérleti elrendezések

#### Eszközök, anyagok:

különböző korú (friss, 3-4 hetes, 5-6 hetes) tyúktojások, nagyobb méretű főzőpoharak, víz, fényképezőgép (telefon)

### A foglalkozás menete

A foglalkozás előkészítése házi feladatként adott információgyűjtéssel kezdődik. Ezt követően a tanórán tanári demonstrációra, majd csoportban végzett tanulói vizsgálódásra kerül sor.

#### 1. Információgyűjtés

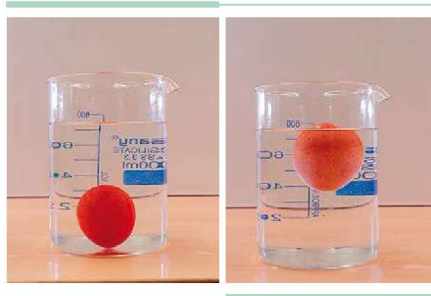
Hogyan győződhetünk meg arról, hogy friss-e a tojás? Érdeklődjetek otthon vagy ismerősök körében, de gyűjthettek információt az internetről vagy könyvekből is!

#### 2. A tanulók által gyűjtött információk megbeszélése, összegzése

Milyen módszereket gyűjtöttetek a tojás frissességének ellenőrzésére?

### 3. Tanári bemutató kísérlet

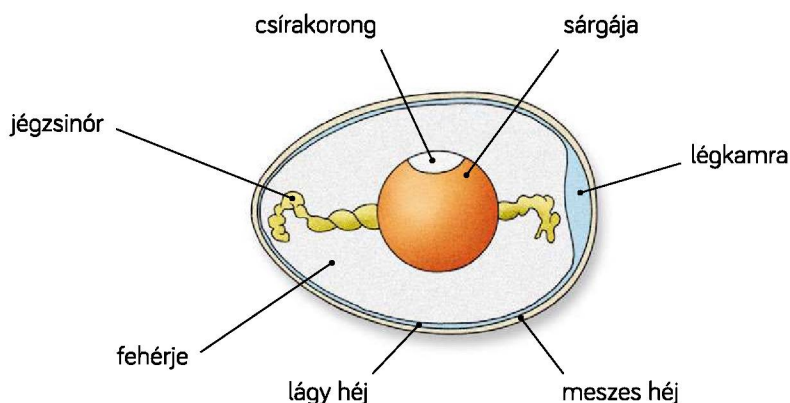
A felsorolt módszerek közül a tojás vízbe rakásának módszerét fogjuk kipróbálni. A két főzőpohárban ugyanannyi víz van. Az elsőbe friss tojást, a másodikba régi (kb. 5-6 hetes) tojást rakok. Figyeljétek meg a tojások helyzetét a vízben! Hol helyezkednek el?



Rajzoljátok le a vizsgálat eredményét!

### 4. A tapasztalatok megbeszélése, a jelenség magyarázata

- Az egyik tojás lesüllyedt, a másik úszik a vízen. Mi lehet ennek az oka?
- Mi okozhatja a tojás sűrűségének változását? Tanulmányozzátok az ábrát, és próbáljátok magyarázatot találni a jelenségre!



- Hogyan lehetne ellenőrizni, hogy az idő elteltével a légudvar mérete növekszik a tojásban?

### 5. A vizsgálati módszer alkalmazása, csoportos tanulói megfigyelés

Mivel bebizonyosodott a vizsgálati módszer alkalmazhatósága, ezért lehetőségünk nyílik ismeretlen korú tojások vizsgálatára.

Alkossatok csoportokat, és vizsgáljátok meg a kapott tojás frissességét a tojásúsztatás módszerével! Töltsétek meg a főzőpoharat vízzel, majd óvatosan helyezétek bele a tojást! Jegyezzék le a tapasztalatot, és döntsétek el, hogy friss-e az általatok vizsgált tojás!

## 6. A vizsgálati eredmények összegzése, értelmezése

Hasonlítsuk össze a csoportok megfigyeléseit! A táblán annyi, vízzel telt főzőpohár rajzát látjátok, ahány csoportban dolgoztatok. Minden csoportból egy tanuló rajzolja be, hogy az általuk vizsgált tojás hogyan helyezkedik el a vízben!

- a) Hasonlítsátok össze az eredményeket, és jelöljétek, hogy melyek a friss, a közepesen friss és a régi tojások!
- b) Hogyan lehetne pontosabban meghatározni a tojás korát a vízbehelyezéssel? Tervezzetek erre kísérletet!
- c) Milyen további kérdésekre lehetne választ keresni a vízberakási módszert alkalmazva?
- d) Hogyan lehetne ellenőrizni, hogy a tojás frissességére használt módszerek megbízhatók-e? Tervezzetek kísérletet ennek eldöntésére!

## 7. A vizsgált módszer hasznosíthatóságának megfogalmazása

Miért hasznosak számunkra a foglalkozás során tapasztaltak? Fogalmazzatok meg a vizsgálat mindennapi jelentőségét!

## 8. A kutatási feladat és a csoportmunka értékelése

### Megoldások

2. A tojás frissességének meghatározására alkalmas módszer lehet:

- a tojás átvilágítása,
- a tojás megrázása és a lötyögő hang figyelése,
- felütéskor a sárgája állapotának vizsgálata,
- a vízbe helyezése (a tojás úsztatása vízben).

3.



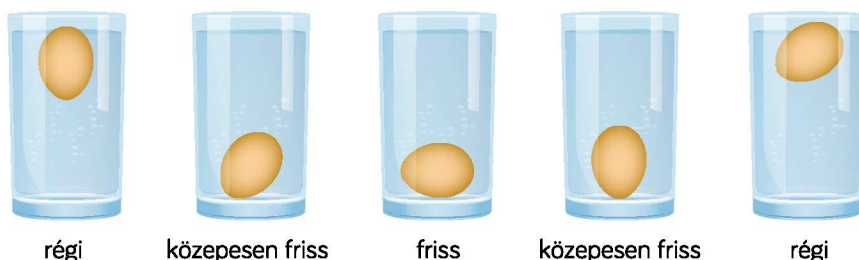
A friss tojás lesüllyed a főzőpohár aljára.



A régi tojás úszik a vízen.



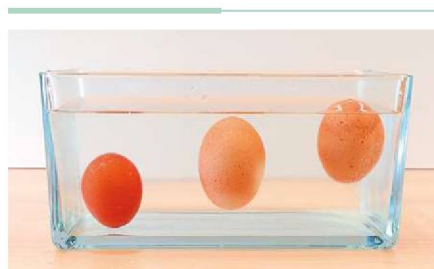
4. a) Eltérő a két tojás átlagos sűrűsége. A friss tojásé nagyobb, mint a víz sűrűsége, ezért elsüllyed. A régi tojásé kisebb, ezért úszik a vízben.
- b) Állás során változik a légudvar mérete. A tojás vizet veszít a héjának pórusain keresztül, ezért a légudvar mérete megnő, és a tojás átlagos sűrűsége lecsökken. Ha vízbe tesszük a már nem friss tojást, a légudvara felőli oldala felemelkedik, és a korától függően a tojás lebeg vagy úszik a vízben.
- c) A vízberakási próba után megfőzzük a tojásokat. Óvatosan eltávolítjuk a héjukat, és megvizsgáljuk a légudvar méretét. A régi tojás alsó részén nagyobb bemélyedést látunk, a friss tojáson ez kisebb.
6. a) Lehetséges tapasztalatok és következtetések:



- b) Friss tojásokat (3 db) kellene vizsgálni legalább öt héten keresztül, így részletesebb információt kaphatunk arról, hogyan változik a tojás helyzete a vízben az idő előrehaladtával. A vízberakási próbát minden tojással elvégezzük négynaponta, és lefényképezzük a tojások helyzetét. Így lesz három fényképsorozatunk, ami jelzi a kapcsolatot a tojás helyzete és életkora között.
- c) Megvizsgálhatjuk például, hogy kell-e hűteni a tojásokat ahhoz, hogy tovább megtartsák a frissességüket. Ehhez elvégezhetjük a b) pontban leírt kísérletet úgy, hogy három friss tojást szobahőmérsékleten, három friss tojást pedig hűtőszekrényben tárolunk.

Választ kereshetünk arra is, hogy a különböző tartási módú tyúkoktól származó tojások eltarthatósága között van-e különbség. Ebben az esetben a tojáson található kód (1: szabad-tartás, 2: alternatív tartás, 3: ketreces tartási rendszer, 0: ökológiai tartás) szerint választjuk ki a vizsgálni kívánt tojásokat, és a b) pontban leírtakat követjük.

- d) Ismert korú (friss, 3-4 hetes, 5-6 hetes) tojásokkal sorban elvégezzük a próbákat: vízbe rakjuk,



óvatosan megrázzuk, majd felütjük. Minden próba eredményét feljegyezzük, és értékeljük, hogy az eredmények összhangban vannak-e, illetve, hogy a különböző próbák egyformán alkalmasak-e a tojás korának meghatározására.

7. A vizsgált jelenség arra hívja fel a figyelmet, hogy az egészséges, biztonságos táplálkozás feltételei között jelentős szerepe van annak, hogy csak friss, ismert származású alapanyagokat használjunk, és jó minőségű táplálékot fogyasszunk. Lényeges annak ismerete is, hogy milyen körülmények között és mennyi ideig célszerű tárolni az élelmiszereket. Előnyös, ha ismerünk és alkalmazunk néhány egyszerű módszert, amivel meggyőződhetünk az élelmiszerek megfelelőségéről.



A módszer alkalmasságát garantáltan friss és régi tojás felhasználásával mutassuk be! Célszerű, ha a csoportos vizsgálathoz is mi biztosítjuk a különböző korú tojásokat. A 6. pontban tervezett vizsgálatokat elvégezhetik a tanulók otthon, szorgalmi feladatként.

## CSÍRÁZÁSGÁTLÓ ANYAGOK

### A foglalkozás jellemzői



40'



7–10.

#### Téma:

A növények életjelenségei, csírázás

#### A foglalkozás rövid leírása:

A két egymást követő tanórán megvalósuló kutatás célja, hogy a tanulók gyakorolják a kísérletek tervezését, kivitelezését, és megismerjék a csírázásgátló anyagok jelentőségét.

#### Fejlesztett készségek, képességek:

hipotézisalkotás, kísérlet tervezése és megvalósítása, adatgyűjtés, adatértelmezés, következtetés, szociális és kommunikációs készségek

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

a csírázásgátló anyagok hatása

#### Fejlesztett procedurális tudás:

a természettudományos kísérlet menete

#### Eszközök, anyagok:

görögdinnyemagok, babszemek, dinnyelé, víz, lapos tálkák és üveglapok (vagy Petri-csészék), szűrőpapír/papírtörő, fényképezőgép (telefon), laptop, projektor, csomagolópapír, színes rajzszögek vagy öntapadós korongok

## A foglalkozás menete

A foglalkozás több lépésben, két tanórán valósul meg. A foglalkozások között teljen el legalább egy hét. Az **1. tanórán** a probléma megfogalmazása, a hipotézisalkotás, a kísérlet tervezése, valamint a munka szervezése történik. Ezt követően a tanulók otthon végzik el a kísérleteket. A **2. tanórán** történik a kísérleti eredmények összegzése, értelmezése, a következtetés és a kutatás jelentőségének megfogalmazása, valamint az értékelés.

### 1. Problémafelvetés

A nedvdús termések belsejében található csírázásgátló anyagok (pl. abszcizinsav) gátolják a magok csírázását. Ez a jelenség teszi lehetővé a lédús termések hosszabb ideig történő tárolását, meghosszabbítja eltarthatóságukat, és biztosítja fogyaszthatóságukat. Például az alma is tartalmaz csírázásgátló anyagokat, emiatt nem csíráznak ki a magok az almában, még hosszú tárolás során sem. Vajon a dinnyében található-e csírázásgátló anyag? Ha igen, az hatással van-e más növény, például a bab magjának csírázására?

### 2. Hipotézisalkotás

Vitassátok meg a kérdést, és fogalmazzatok meg a hipotéziseiteket!

### 3. Kísérlet tervezése és a várható eredmény

Tervezzetek kísérletet a hipotéziseitek vizsgálatára!

- a) Gondoljátok át, hogy a kísérlet során mely tényezőket nem változtatjátok (rögzített változók vagy állandók), melyik tényezőt változtatjátok (független változó), és minek a változását vizsgáljátok (függő változó)!
- b) Készítsetek ábrát vagy táblázatot a kísérleti elrendezésről!
- c) Milyen eredményt vártok?
- d) Alkossatok mondatokat a „ha...”, „akkor...” formula alkalmazásával arról, hogy mit bizonyíthat az eredmény! Például:  
Ha a lemosott dinnyemagok kicsíráznak, és azok nem, amelyeket a csíráztatás során dinnyelével öntözünk, akkor a dinnye termésében van csírázásgátló anyag.

### 4. A kísérlet előkészítése, az eszköz- és anyagigény meghatározása, az adatgyűjtés megtervezése

A kísérleteket otthon fogjátok elvégezni. Kövessétek a kísérletek leírását, figyeljétek folyamatosan a magokat, és készítsetek fotót egy hét múlva minden tálkáról! Számoljátok össze, hány mag csírázott ki az egyes tálkákból! Az adatok rögzítéséhez készítsetek táblázatot!

### *1. kísérlet (dinnyemagok csírázásának vizsgálata)*

Szükséges eszközök, anyagok:

- 20 db görögdinnyemag
- görögdinnyéből préselt lé
- 2 db csíráztató tálka (Petri-csésze)
- szűrőpapír/papírtörő
- víz

A kísérlet menete:

A csíráztató tálkákba szűrőpapírt teszünk, és megnedvesítjük. A dinnyemagok felét (10 db) lemosás nélkül helyezzük az első tálkába, és locsoljuk meg dinnyelével. A másik felét (10 db) alaposan mossuk le vízzel, és tegyük a második tálkába. A tálkákat majdnem teljesen fedjük le, és tegyük egymás mellé egy meleg helyiségben. Tartsuk mindig nedvesen a szűrőpapírokat; ha szükséges, pótoljuk a dinnyelevelet az első tálkában, a másodikban pedig a vizet.

### *2. kísérlet (babszemek csírázásának vizsgálata)*

Szükséges eszközök, anyagok:

- 20 db babszem
- görögdinnyéből préselt lé
- 2 db csíráztató tálka (Petri-csésze)
- szűrőpapír/papírtörő
- víz

A kísérlet menete:

A csíráztató tálkákba szűrőpapírt teszünk, és megnedvesítjük. Alaposan megmossuk vízzel a babszemeket. Az egyik tálkába 10 db babszemet helyezünk. A másik tálkába is 10 db babszem kerül dinnyelével meglocsolva. A tálkákat majdnem teljesen fedjük le. Tartsuk mindig nedvesen a szűrőpapírokat; ha szükséges, pótoljuk a vizet az első tálkában, a másodikban pedig a dinnyelevelet.

## **5. A kísérleti eredmények értelmezése**

Összegezzétek a kísérletek eredményét! Adjátok meg mind a négy esetben a kicsírázott és a nem kicsírázott magok számát!

Hasonlítsátok össze az adataitokat! Vannak-e lényeges eltérések?

Volt-e olyan kísérlet, amely során valamilyen hiba történt, és ezért az eredményei nem megbízhatók?



Fogalmazzatok meg a kísérletek tapasztalatait! Mely esetekben csíráztak ki a magok, és melyekben nem?

Milyen következtetés vonható le a kísérletek eredményei alapján?

## 6. A kísérleti eredmény hasznosíthatóságának megfogalmazása

Miért hasznos a gyümölcstermesztők és a hétköznapi ember számára a kísérletekben tapasztalt jelenség?

## 7. A kutatási feladat értékelése

### Megoldások



#### 2. Lehetséges hipotézisek:

A görögdinnye termése is tartalmaz csírázásgátló anyagot.

A görögdinnye termésének csírázásgátló anyagai a bab csírázására is hatással vannak.

3. a) A görögdinnyemagok, illetve a babszemek csírázását vizsgáljuk, ezek a függő változók. A független változó mindkét esetben a görögdinnyelé jelenléte vagy hiánya a csíráztatás során, a rögzített változók (állandók) a csírázás optimális feltételei (víz, oxigén, megfelelő hőmérséklet, érett, egészséges magvak).

#### b) Lehetséges táblázat:

1. kísérlet	
	
10 db görögdinnyemag	10 db görögdinnyemag
lemosás nélkül, dinnyelével nedvesen tartva	lemosva, vízzel nedvesen tartva
optimális csírázási környezet	optimális csírázási környezet

## 2. kísérlet

	
10 db babszem	10 db babszem
megmosva, vízzel nedvesen tartva	megmosva, dinnyelével nedvesen tartva
optimális csírázási környezet	optimális csírázási környezet

c) Lehetséges predikciók:

- A megmosott dinnyemagok kicsíráznak.
- Azok a dinnyemagok, amelyeket nem mosunk le és dinnyelével locsolunk, nem csíráznak ki.
- A megmosott, nedves szűrőpapírra helyezett babszemek kicsíráznak.
- A dinnyelével locsolt babszemek nem csíráznak ki.

d) További lehetséges állítás:

Ha a dinnyelével locsolt babszem kicsírázik, akkor nem hat a csírázására a dinnyében lévő csírázásgátló anyag.

4. Lehetséges táblázat az adatgyűjtéshez

Körülmény \ Eredmény	Dinnyemagok dinnyelében	Dinnyemagok lemosva	Babszemek lemosva	Babszemek dinnyelében
Kicsírázott (db)				
Nem csírázott ki (db)				

5. A megmosott dinnyemagok és babszemek mindegyike vagy többsége kicsírázott, míg a dinnyelével locsolt dinnyemagok és babszemek nem csíráztak ki. Tehát a dinnyében található csírázásgátló anyag nemcsak a dinnyemagok, hanem a babszemek csírázását is gátolja.
6. A csírázásgátló anyagok eltávolítása a csírázás fontos feltétele, a növények eredményes szaporítása során elengedhetetlen művelet.



A foglalkozást akkor érdemes megvalósítani, ha a tanulók már rendelkeznek ismeretekkel a csírázás folyamatáról, annak feltételeiről. A kísérletek elvégzése lehetőleg otthon, egyéni munkában valósuljon meg. A kísérletek előkészítése és az eredmények összegzése, megvitatása történhet csoportmunkában, amit a közös megbeszélések egészítenek ki. A bab csírázása gyorsítható, ha a babszemeket előzőleg vízben áztatjuk.

A megbeszélés során térjünk ki arra, hogy a csírázásgátló anyagok akadályozzák meg, hogy a mag idő előtt kicsírázzon. Továbbá lehetővé tesszük, hogy az utódgeneráció távolabb kerülhessen az anyanövénytől, például az állatok segítségével, így csökkentve az életfeltételekért (pl. fény, tápanyagok) történő versengést a növények között.

A kutatás közzétételéhez a tanulók készíthetnek posztert, diasort vagy infografikát. Az értékelés több szinten zajlik, a folyamat minden szereplője végez értékelést. A pedagógus értékelheti a tanulók kutatási tevékenységhez való viszonyulását, önálló munkáját és a csoportok tevékenységét (érdeklődés, rendszeresség, pontosság, együttműködés, dokumentáció). A tanulók önértékelése az egyéni és a csoportos munkájukról megvalósulhat például a céltáblamódszer alkalmazásával. Az ehhez szükséges eszközök: céltábla (parafoa táblára rögzítsünk csomagolópapírra rajzolt kört, és ezt osszuk négy körcikkre), színes jelölők (rajzszögek vagy öntapadós korongok). A tanulóknak 4-4 színes jelölőt osztunk, amelyeket a körcikkekben helyeznek el. Minél közelebb kerülnek a kör középpontjához, annál elégedettebbek az adott szempont szerint, mivel a céltáblán is ezek az értékek nagyobbak. Az értékelés szempontjai tetszés szerint változtathatók (pl. saját munkám, a csoportom munkája, a foglalkozás érdekessége, a foglalkozás hasznossága). Az összegzés a pedagógus feladata. Az értékelés során fontos kitérni arra is, hogy a tanulók fogalmazzák meg, mit tanultak a foglalkozás során a kutatás menetéről és megvalósításáról, valamint a csírázás feltételeiről.

## TERMONASZTIA

### A foglalkozás jellemzői

#### Téma:

Növényi mozgások



45'



7-10.

#### A foglalkozás rövid leírása:

A három egymást követő tanórán megvalósuló kutatás célja, hogy a tanulók a termonasztia jelenségének megfigyelése, kísérletes vizsgálata által megértsék a jelenség lényegét, kiváltó okát, valamint gyakorolják a megfigyelés és a kísérlet módszerének lépéseit.

**Fejlesztett készségek, képességek:**

megfigyelés, adatgyűjtés, adatértelmezés, hipotézisalkotás, kísérlettervezés, változók azonosítása és kontrollja, következtetés, szociális és kommunikációs készségek

**Fejlesztett tartalmi tudás:**

termonasztia (növényi helyzetváltoztató mozgás) a tulipán virágának nyílása példáján

**Fejlesztett procedurális tudás:**

a természettudományos kísérlet menete, a függő, független és rögzített változók fogalma

**Eszközök, anyagok:**

néhány szál tulipán, vázák, víz, kartondoboz, fényképezőgép (telefon), laptop, projektor

## A foglalkozás menete

A foglalkozás több lépésben valósul meg. A megfigyelés és a kísérletek kivitelezése otthoni feladat, a tanórán az előkészítés és a tapasztalatok megbeszélése, összegzése történik. A tanulók megfigyelik a tulipán virágának nyílását, a lepellevelek helyzetét (nyitott, zárt), és adatokat gyűjtenek néhány környezeti tényezőről. Ezt követően kísérletet végeznek annak eldöntésére, hogy a tulipán lepelleveleinek mozgását a fényviszonyok vagy a hőmérséklet változása okozza-e. Az **1. tanórán** a megfigyelés előkészítése, a **2. tanórán** a megfigyelés tapasztalatainak összehasonlítása, összegzése, a problémafelvetés, a kutatási kérdés megfogalmazása, a hipotézisalkotás, a változók azonosítása és a kísérlet megtervezése történik. A **3. tanórán** kerül sor a csoportmunkában tervezett, de lehetőség szerint egyénileg megvalósított kísérletek eredményeinek összegzésére, értelmezésére, a következtetések és a hasznosíthatóság megfogalmazására, valamint a csoportok munkájának értékelésére.

### 1. Ráhangolódás és a tanulói megfigyelés előkészítése

- a) Soroljatok fel olyan lágy szárú növényeket, amelyek a tavaszi hónapokban virágoznak! Ezek közül melyek azok, amelyeket a lakóhelyeteken (kertekben, parkokban) ti is láthattok?

Az egyik legismertebb tavaszi dísnövény a tulipán. Ha megfigyeljük a kertben, akkor láthatjuk, hogy a lepellevelei egy nap során nem ugyanolyan helyzetben vannak. Van, amikor zártak, máskor pedig nyitottak. A feladatokat az lesz, hogy



figyeljétek meg a lepellevelek helyzetét három napon keresztül, és jegyezzétek fel a megfigyelés eredményeit.

- b) A lepellevelek helyzetén túl milyen további szempontokat javasoltok a megfigyeléshez?
- c) A megfigyelés adatainak rögzítéséhez célszerű táblázatot készíteni. Tervezzétek meg a táblázatot a megbeszélte megfigyelési szempontoknak megfelelően! Végezzetek önálló megfigyelést a megbeszélte szempontok alapján 3 napon keresztül, naponta 3 alkalommal, mindig ugyanazokban az időpontokban! A tapasztalatokat a közösen kialakított táblázatban rögzítsétek!

## 2. A tanulói megfigyelések megbeszélése, összegzése

A táblázatban rögzített adatok alapján milyen volt az egyes napszakokban a tulipán lepelleveleinek helyzete?

## 3. Kutatási kérdés megfogalmazása, hipotézisalkotás

Mi lehet az oka a lepellevelek mozgásának? Vitassátok meg a változás lehetséges okait, és fogalmazzatok meg a hipotéziseiteket!

## 4. Változók azonosítása, kísérleti terv elkészítése

Két tényező hatását fogjuk vizsgálni. Vajon a hőmérséklet vagy a fényviszonyok változása okozza a tulipán lepelleveleinek mozgását? Tervezzetek kísérletet ennek eldöntésére! Alkossatok csoportokat, és döntsétek el, hogy a csoportotok melyik tényező hatását fogja vizsgálni! Fontos, hogy azok válasszák a hőmérséklet-változás hatásának vizsgálatát, akiknek otthon a kertjükben virágzik tulipán!

- a) Beszéljétek meg, hogy milyen kísérletet végeznétek a hipotéziseitek vizsgálatára! Gondoljátok át, hogy a kísérlet során mely tényezőket nem változtatjátok (rögzített változók), melyik tényezőt változtatjátok (független változó), és minek a változását vizsgáljátok (függő változó)! Töltsétek ki a táblázatot!

Kísérlet	Rögzített változók	Független változó	Függő változó
1.			
2.			

- b) Tervezzétek meg a kísérletet, és készítsétek ábrát vagy táblázatot a kísérleti elrendezésről!
- c) Milyen eredményt vártok? Indokoljátok meg, hogy miért! Használjátok az első megfigyelés eredményét!

d) Alkossatok mondatokat a „ha..., akkor...” formula alkalmazásával arról, hogy mit bizonyíthat az eredmény! Például:

Ha melegben, a doboz alatt és a doboz nélkül is kinyílik a tulipán, akkor a lepel-levelek mozgásának oka a környezet hőmérséklete.

## **5. A kísérlet előkészítése, az eszköz- és anyagigény meghatározása**

A kísérletet otthon fogjátok elvégezni, minden csoport a kiválasztott tényező hatását vizsgálja.

### *1. kísérlet (a fény hatásának vizsgálata)*

Szükséges eszközök, anyagok:

- két azonos fajtájú, méretű, frissen vágott tulipán
- két váza (vagy befőttesüveg), mindkettőben ugyanannyi csapvíz
- 1 kartondoboz (elég nagy ahhoz, hogy ráborítva a vázában lévő tulipánra, ne érjen hozzá, ne nyomja össze)
- fényképezőgép (telefon)

A kísérlet menete:

Mindkét tulipánt meleg, világos helyiségben helyezték el egymás mellett, és fényképezték le a kiindulási állapotot! Ezt követően az egyiket borítsátok le a dobozzal! Egy nap alatt többször nézzétek meg, hogy van-e változás! Vegyétek le a dobozt, fényképezzétek le mindkét tulipánt, és jegyezzétek fel a megfigyelés időpontját, eredményét! Ismételjétek meg a megfigyelést két további napon, mindig ugyanazokban az időpontokban!

### *2. kísérlet (a hőmérséklet hatásának vizsgálata)*

Szükséges eszközök, anyagok:

- virágzó tulipán a kertben
- kartondoboz (elég nagy, hogy ne nyomja össze a növényt)
- hőmérő
- fényképezőgép (telefon)

A kísérlet menete:

Ezt a kísérletet a tulipán természetes környezetében végeztétek el, így nem kell levágni a tulipánokat. Válasszatok ki egy tulipánt a kertben, és a reggeli órákban (7-8 óra körül) fényképezzétek le! Ezt követően borítsátok le egy dobozzal, majd a nap során további két alkalommal (délben és este) jegyezzétek fel a lepel-levelek állapotát! A következő két napon ugyanazokban az időpontban ismételjétek meg a megfigyelést! Minden alkalommal mérjétek meg a levegő hőmérsékletét, és készítsetek fényképeket, feljegyzéseket!

## 6. A kísérleti eredmények értelmezése

- Az azonos kísérletet végző csoportok mutassák be tapasztalataikat (a táblázatba foglalt adatok, fényképek kivetítése), és vitassák meg, hogy összhangban vannak-e a csoportok eredményei! Milyen körülmények között nyíltak ki, illetve zártak össze a tulipán lepellevelei? Ha eltérő eredményre jutottak a csoportok, mi lehet ennek az oka? Volt-e olyan kísérlet, amely során valamilyen hiba történt, és ezért az eredményei nem megbízhatók?
- Az azonos kísérletet végző csoportok fogalmazzák meg a tapasztalataikat „Ha..., akkor...” szerkezetű mondatokkal!
- Vessétek össze és fogalmazzátok meg a két kísérlet együttes eredményét „Ha..., akkor...” szerkezetű mondatokkal!
- Milyen következtetés vonható le a két kísérlet eredményei alapján?

## 7. A kísérleti eredmény hasznosíthatóságának megfogalmazása

Miért hasznos a virágtermesztők és a virágüzletek számára a kísérletekben tapasztalt jelenség? Fogalmazzatok meg tanácsokat a tulipán szedése és tárolása kapcsán!

## 8. A kutatási feladat és a csoportmunka értékelése

### Megoldás

- például: nárcisz, jácint, tulipán, ibolya, kankalin, gólyahír, nőszirm
  - További megfigyelési szempontok:
    - Napszak: reggel, délben, este (mindig ugyanazokban az időpontokban)
    - Az időjárás jellemzői (felhőzet, a levegő hőmérséklete, csapadék stb.)
  -

Időpont (napszak, óra, perc)			Az időjárás jellemzői			A lepellevelek helyzete (nyitott/zárt)
			napsütés, felhőzet (napos/ részben napos/felhős)	a levegő hőmérséklete (meleg/ hűvös/hideg)	csapadék (van/ nincs)	
1. nap	reggel					
	délben					
	este					

Időpont (napszak, óra, perc)			Az időjárás jellemzői			A lepellevelek helyzete (nyitott/zárt)
			napsütés, felhőzet (napos/ részben napos/felhős)	a levegő hőmérséklete (meleg/ hűvös/hideg)	csapadék (van/ nincs)	
2. nap	reggel					
	délben					
	este					
3. nap	reggel					
	délben					
	este					

2. A megfigyelés várható eredménye:

- reggel: lepellevelek zárva
- délben: lepellevelek nyitva
- este: lepellevelek zárva

3. Várhatóan említett okok: hőmérséklet, fényviszonyok, a nedvesség változása  
Lehetséges hipotézisek:

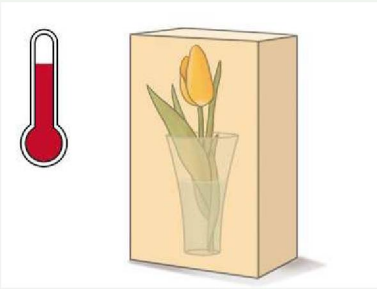
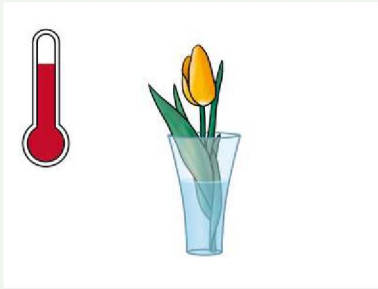
- A hőmérséklet változása okozza a lepellevelek mozgását.
- A fényviszonyok változása okozza a lepellevelek mozgását.
- A nedvesség változása okozza a lepellevelek mozgását.

4. a)

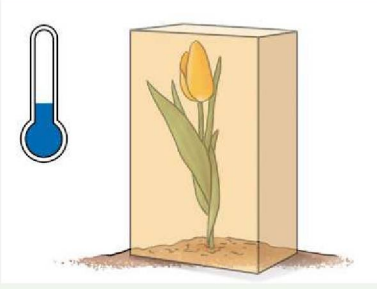
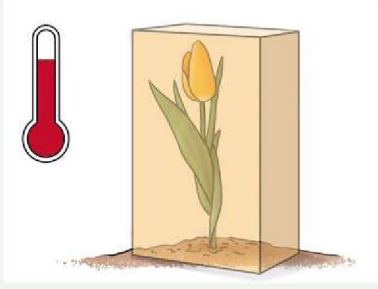
Kísérlet	Rögzített változók	Független változó	Függő változó
1.	hőmérséklet, a tulipán fajtája, a vázában lévő víz mennyisége	fény	a lepellevelek helyzete
2.	fény, a tulipán fajtája, a talaj típusa	hőmérséklet	a lepellevelek helyzete



b) Lehetséges táblázat:

1. kísérlet (a fény hatásának vizsgálata)	
	
melegben	melegben
sötétben (dobozzal leborítva)	fényben

2. kísérlet (a hőmérséklet hatásának vizsgálata)	
	
sötétben (dobozzal leborítva)	sötétben (dobozzal leborítva)
hidegben	melegben

c) Az első megfigyelés eredményeit (lepellevelek reggel zárva, délben nyitva, este zárva) alapul véve a kísérlet várható eredménye, hogy a tulipán olyan körülmények között fog kinyílni, ami a dél körüli időszakban jellemző, ilyen lehet a magasabb hőmérséklet vagy a több fény, esetleg mindkettő.

d) További lehetséges állítások:

Ha melegben, a doboz alatt nem nyílik ki, de doboz nélkül kinyílik a tulipán, akkor a lepellevelek mozgásának oka a fény.

Ha csak melegben és doboz nélkül nyílik ki a tulipán, akkor a lepellevelek mozgásának oka a magasabb hőmérséklet és a fény együttes megléte.

6. a) Lehetséges tapasztalatok:
    1. kísérlet: A meleg helyiségben tartott tulipánok lepellevellei nyitottak akkor is, ha doboz van a növényen, és akkor is, ha nincs.
    2. kísérlet: A dobozzal letakart tulipán leple reggel és este zárt, a déli órákban nyitott volt, a hőmérséklet ekkor volt a legmagasabb a nap folyamán.
  - b) Lehetséges megállapítások:
    1. kísérlet  
Ha meleg van és fény is van, akkor a tulipán leple nyitott.  
Ha meleg van, de nincs fény, akkor a tulipán leple nyitott.
    2. kísérlet  
Ha nincs fény és meleg van, akkor a tulipán leple nyitott.  
Ha nincs fény és hűvös van, akkor a tulipán leple zárt.
  - c) Ha meleg van, akkor a tulipán leple nyitott, függetlenül attól, hogy van-e fény vagy nincs. Ha hűvös van, akkor a tulipán leple zárt, függetlenül attól, hogy van-e fény vagy nincs.
  - d) A tulipán lepellevelének helyzetét tehát nem a fény, hanem a környezet hőmérséklete befolyásolja.
7. A kísérlettel bizonyított jelenség (termonasztia) a vágott tulipán begyűjtéséhez és tárolásához szolgáltat információkat. A begyűjtésre a kora reggeli időszak a legalkalmasabb. A vágott tulipánt hűvös helyen célszerű tárolni.



A foglalkozás április hónapban aktuális, a tulipán virágzása idején. A kutatás időtartamát az időjárási helyzet befolyásolhatja. A megfigyelés, illetve a kísérlet időtartama, ha a tanulók nem tudnak megfelelő mennyiségű információt gyűjteni, meghosszabbítható. A kutatás otthoni környezetben, egyénileg történjen, így a gyerekek személyesen megtapasztalhatják a kutatási tevékenység folyamatát, örömet. Ha otthoni munkában nem végezhető el a kísérlet, iskolai körülmények között is lebonyolíthatjuk.

A kísérlet tervezésekor magyarázzuk el a rögzített, a független és a függő változó fogalmát, és beszéljük meg, hogy az egyes vizsgálatokkal mit bizonyíthatunk. Utaljunk arra a kutatásmódszertani ismeretre is, hogy egyszerre csak egy független változó hatását vizsgáljuk. A kísérletek eredményeinek közzététele színvonalasabbá és gyorsabbá tehető diasor vagy poszter készítésével, a megfigyelések során készített fotók bemutatásával. Lehetőleg ne maradjon ki a hasznosíthatóság megbeszélése se. Ezzel alátámasztható, hogy a kutatási tevékenység nem öncélú, hanem több területen, a gazdasági életben és a hétköznapi életben is hasznosítható eredményeket produkál.

Az értékelés többféle módon történhet. Készíthetünk kérdőívet, amely állításokat tartalmaz, és a tanulók értékelik (pl. ötfokú skálán), hogy milyen mértékben

értenek egyet azokkal, de feltehetünk nyitott kérdéseket is. Az értékelés során térjünk ki a kutatással kapcsolatos egyéni véleményekre (Hogyan viszonyulnak a tanulók a kutatási tevékenységhez? Mennyire volt érdekes és hasznos számukra? Mit tanultak meg a kutatás során? Miben fejlődtek? Mi okozott nehézséget?), valamint a csoportban és az egyénileg végzett munkára is (pl. rendszeresség, pontosság, együttműködés, dokumentáció). Az értékelés fontos információkkal szolgálhat a kutatási attitűd és a kutatási készségek alakulásáról, a tanulók ismereteinek gyarapodásáról, valamint az együttműködési készség szintjéről.

Magasabb évfolyamokon vagy a kísérletezésben gyakorlottabb tanulókkal a természettudományos kísérlet kritériumait jobban érvényre juttathatjuk. A bemutatott vizsgálatot bővíthetjük a következőkkel: három párhuzamos megfigyelés az adatgyűjtés során; a lepel nyitottságának mérése vonalzóval; a mérési eredmények átlagolása, a csoporttagok mérési eredményeinek összehasonlítása, a szórás kiszámítása.

A szaktárgyi tudás bővítése érdekében további feladat lehet, hogy nézzenek utána szakkönyvekben vagy az interneten a tanulók, hogy milyen növények esetében fordul még elő a termonasztia, illetve milyen ingerek mely növényeknél válthatnak ki nasztikus vagy tropikus mozgásokat. Középiskolában a növényi mozgások okait részletesebben is tárgyalhatjuk. A tulipán lepelleveleinek mozgását a környezet hőmérséklete befolyásolja. Ezt a jelenséget termonasztianak nevezik. A magyarázata az, hogy a hőmérséklet-emelkedés hatására a lepellevelek belső oldala jobban növekszik, és ezért azok kifelé hajlanak, ami a tulipán virágának kinyílását eredményezi. A termonasztia biológiai szerepe a beporzás segítése, bár a tulipán szélbeporzású, nektárt nem ad, mégis sok rovar látogatja. A termonasztia a növények helyzetváltoztató mozgásának egyik típusa. Többféle nasztia létezik a kiváltó inger-től (hőmérséklet változása, fényviszonyok változása, rázás, metszés, kémiai ingerek) függően. A nasztikus mozgásokban közös, hogy a mozgás nem függ az inger irányától. A növényi helyzetváltoztató mozgások másik ismertebb típusa a tropizmus, amikor a növény vagy egyes szerveinek mozgását az inger iránya befolyásolja. Ha az inger felé mozog a növény, akkor pozitív, ha az ingertől távolodik, negatív tropizmusról beszélünk. A tropizmust is számos inger (pl. gravitáció, fény, kémiai anyagok, hő, gázok, érintés) kiválthatja.

## IRODALOM

- Adorjáné Farkas, M., Makádi, M., Nagy, L., Nahalka, I., Radnóti, K., & Wagner, É. (2014). A problémamegoldás alapjai és szerepe a természettudományos tanulási folyamatban. In K. Radnóti (Ed.), *A természettudomány tanítása* (pp. 463–542). Szeged: Mozaik Kiadó.
- Audu, C. T., Ajayi, V. O., & Angura, M. T. (2017). Do Guided and Structured Inquiry Instructional Strategies have any Comparative Effects on Students' Achievement in Basic Science and Technology? A Field Report. *Journal of Education and Practice*, 8(33), 81–88.
- Bayram, Z., Oskay, Ö. Ö., Erdem, E., Özgür, S. D., & Sen, S. (2015). Effect of inquiry-based learning method on students' motivation. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 106, 988–996.
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23(6), 42–44.
- Elo, J., & Kurtén, B. (2020). Exploring points of contact between enterprise education and open-ended investigations in science education. *Education Inquiry*, 11(1), 18–35.
- Kahn, P., & O'Rourke, K. (2005). Understanding Enquiry-Based Learning. In T. Barrett, I. Mac Labhrainn, & H. Fallon (Eds.), *Handbook of Enquiry & Problem-Based Learning* (pp. 1–12). Galway: CELT.
- Kontai, T., & Nagy, L. (2011a). A kutatásalapú tanítás/tanulás fokozatainak bemutatása példákon keresztül. *A biológia tanítása*, 19(3), 15–28.
- Kontai, T., & Nagy, L. (2011b). Példák, ötletek a kutatásalapú tanítás/tanulás módszer alkalmazására a biológia tanításában. *A biológia tanítása*, 19(4), 15–33.
- Korom, E. (2010). A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén. *Iskolakultúra*, 20(12), 78–91.
- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation*. London: SAGE Publications Ltd.
- Nagy, L. (2006). A tanulásról és az értelmi fejlődésről alkotott elképzelések hasznosítása a természettudományok tanításában. *A biológia tanítása*, 14(5), 15–26.
- Nagy, L. (2008). A természet-megismerési kompetencia és fejlesztése a természettudományos tantárgyakban. *A biológia tanítása*, 16(4), 3–7.
- Nagy, L. (2010). A kutatásalapú tanulás/tanítás („inquiry-based learning/teaching”, IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, 20(12), 31–51.
- Nagy, L., & Nagy, M. T. (2016). Kutatásalapú tanítás-tanulás a biológiaoktatásban és a biológiatanár-képzésben. *Iskolakultúra*, 26(3), 57–69.
- Nagy, L., Korom, E., Pásztor, A., Veres, G., & B. Németh, M. (2015). A természettudományos gondolkodás online diagnosztikus értékelése. In B. Csapó, E. Korom, & Gy. Molnár (Eds.), *A természettudományi tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei* (pp. 87–113). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Novak, A. M., & Krajcik, J. S. (2006). Using technology to support inquiry in middle school science. (Chapter 5). In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Learning, and Teacher Education* (pp. 75–101). Dordrecht: Springer.
- Prasnta, D. J., Jaya, M. T. B. S., & Surbakti, A. (2018). Development of Inquiry Model Worksheet For 4th Grader Elementary School Students. *Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 8(2), 50–57.
- Pedastre, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Spronken-Smith, R., Angelo, T., Matthews, H., O'Steen, B., & Robertson, J. (2007). *How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and Research?* Paper prepared for An International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry, Marwell, Wichester, UK, April 19–21. 2007.
- Veres, G. (2010). Kutatásalapú tanulás a feladatok tükrében. *Iskolakultúra*, 20(12), 61–77.